

СУЧАСНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

THE UKRAINE'S ENERGY MODERN TRANSFORMATION IN THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION CONTEXT

УДК 330.341.1:620.9(477)

<https://doi.org/10.32843/bses.60-29>**Шкурупій О.В.**

д.е.н., професор,
професор кафедри економіки
та міжнародних економічних відносин
Полтавська державна аграрна академія

Самойлик Ю.В.

д.е.н., доцент,
професор кафедри економіки
та міжнародних економічних відносин
Полтавська державна аграрна академія

Shkurupii Olga

Poltava State Agrarian Academy

Samoilyk Iuliia

Poltava State Agrarian Academy

У статті розглянуто сучасні зміни, що відбуваються в енергетиці України. Їх аналіз представлений у контексті світових трендів і трансформаційних процесів, що викликані Четвертою промисловою революцією. Дослідження сфокусовано на проблемі використання джерел енергії, що є альтернативними до традиційних (нафти, газу, вугілля). Аргументовано, що поширення нових ефективних технологій виробництва електроенергії, використання відновлюваних енергетичних ресурсів, децентралізація енергопостачання стали визначальними ознаками формування Індустрії 4.0. Констатовано, що Україна активно долучається до розбудови низьковуглецевої енергетики. Декарбонізацію в економіці слід розглядати як істотний чинник формування попиту і пропозиції на електроенергію з відновлюваних джерел, а отже, як стимул розвитку ринку електроенергії. Поступове збільшення виробництва цього виду електроенергії здатне забезпечити мережевий паритет, вигідний для всіх учасників ринкових відносин: виробників, споживачів і держави. Можливість здешевлення електроенергії є потенціалом прогресивної динаміки української економіки, добробуту населення та ефективності екологічної політики держави.

Ключові слова: енергетика, відновлювальні джерела енергії, альтернативна енергетика, Індустрія 4.0, Четверта промислова революція.

В статье рассмотрены современные изменения, происходящие в энергетике Украины.

Их анализ представлен в контексте мировых трендов и трансформационных процессов, вызванных Четвертой промышленной революцией. Исследование сфокусировано на проблеме использования источников энергии, которые являются альтернативными традиционным (нефти, газу, углю). Аргументировано, что распространение новых эффективных технологий производства электроэнергии, использование возобновляемых энергетических ресурсов, децентрализация энергоснабжения стали в наше время отличительными особенностями формирования Индустрии 4.0. Констатировано, что Украина активно приобщается к развитию низкоуглеродной энергетики. Декарбонизацию в экономике следует рассматривать как существенный фактор формирования спроса и предложения на электроэнергию из возобновляемых источников, а следовательно, как стимул развития рынка электроэнергии. Постепенное увеличение производства этого вида электроэнергии способно обеспечить сетевой паритет, выгодный для всех участников рыночных отношений: производителей, потребителей и государства. Возможность удешевления электроэнергии является потенциалом прогрессивной динамики украинской экономики, благосостояния населения и эффективности экологической политики государства.

Ключевые слова: энергетика, возобновляемые источники энергии, альтернативная энергетика, Индустрия 4.0, Четвертая промышленная революция.

The current changes in the Ukrainian energy sector have been considered. Their analysis has been presented in the context of global trends and transformation processes caused by the fourth industrial revolution. The research focuses on the problem of using energy sources that are alternative to traditional ones (oil, gas, coal). It has been argued that the spread of new efficient technologies for electricity generation, the use of renewable energy resources, decentralization of energy supply have become in our time the defining features of the formation of Industry 4.0. From these positions the state energy policy of Ukraine has been estimated. The expediency of reducing special («green») tariffs and the timeliness of the transition to free bidding («green auctions») have been confirmed. To prove this, a comparative analysis has been performed, which revealed that in Ukraine so far the tariff for electricity obtained from alternative sources is much higher than the world and Central European. It is also extremely high compared to the cost of other energy sources produced in the country. World practice confirms the expediency of transition from special tariffs for energy obtained from alternative sources to auctions. It is stated that the state of network parity is extremely important for the efficiency of Ukraine's energy sector and macroeconomic efficiency of the country as a whole, because in its presence direct state support, subsidies, etc. lose their necessity. It is stated that Ukraine is actively involved in the development of low-carbon energy. The carbon abandonment in the economy have been considered as a significant factor in the formation of supply and demand for electricity from renewable sources, and, consequently, as a stimulus for the development of the electricity market. The gradual increase in the production of this type of electricity is able to provide network parity, beneficial for the milestones of market participants (producers, consumers and the state). The possibility of reducing the cost of electricity is a potential for the progressive dynamics of the Ukrainian economy, the welfare of the population and the effectiveness of environmental policy.

Key words: energy, renewable energy sources, alternative energy, industry 4.0, the fourth industrial revolution.

Постановка проблеми. Енергетичні системи відіграють вирішальну роль у розвитку людства від часу становлення третього технологічного укладу (з кінця XIX ст.). Відтоді значущість енергії для всіх сфер діяльності лише зростала. В епоху Четвертої промислової революції та започаткування шостого технологічного укладу енергія незмінно посідає одну з домінуючих позицій, істотно впливаючи на системні перетворення, що відбуваються в

житті суспільства. Сучасна господарська практика свідчить, що винайдення нових джерел енергії та способів її передачі так само істотно значущі для прогресу людства, як і впровадження проривних технологій та перебудова організації й управління виробництвом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Здійснюючи огляд сучасних публікацій, необхідно вказати передусім на те, що сучасний техноло-

гічний уклад формується під впливом Четвертої промислової революції, і саме у цьому контексті необхідно розглядати зміни, що відбуваються в енергетиці. К. Шваб відзначає, що вона розпочалася на межі століть унаслідок розвитку цифрових технологій, і світ нині перебуває на етапі її початку. Водночас він зауважує на тому, що спектр дії Четвертої промислової революції є значно ширшим: окрім цифрових технологій, її основу визначають технології відновлюваних енергоресурсів, а також генні технології, нанотехнології та квантові обчислення [1]. Важливо зазначити, енергія априорі є одним із визначальних інфраструктурних компонентів, що визначають зміст трансформації сучасних технологічних укладів.

Однак специфіка глобальних мегатрендів сучасності: перехід від індустріального суспільства до інформаційного, економічна глобалізація, зміна пріоритету швидкого прибутку на пріоритет довгострокового розвитку, відмова від ієрархічних структур на користь неформальних мереж та ін. (за класифікацією Дж. Несбіта [2]) створили умови, за яких у ході сучасних системних перетворень відбувається синтез зазначених вище технологій. К. Шваб констатує наявність їх взаємодії «у фізичних, цифрових і біологічних доминах», що «утворює фундаментальну відмінність Четвертої промислової революції від усіх попередніх революцій» [1].

Отже, особливість Четвертої промислової революції полягає у злитті цифрових технологій із новими системами виробництва та передачі енергії. На думку Дж. Ріфкіна, нині формується найпотужніша новітня інфраструктура, яка призведе до глобальних трансформацій в економіці і соціумі. Нові енергетичні режими створюють більше можливостей для взаємопов'язаної економічної діяльності, розширюють комерційний обмін, а також сприяють більш тісним і всеосяжним соціальним взаємовідносинам. Комунікаційні революції, які їх супроводжують, є засобами організації й управління новою просторово-часовою динамікою, яка зумовлена новими енергетичними системами [3, с. 12, 28].

Постановка завдання. Метою публікації є дослідження в контексті Четвертої промислової революції сучасних трансформаційних процесів, що відбуваються в енергетиці України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Піддаючи дослідженню аспект становлення нових енергетичних систем у контексті епохальних змін, важливо зазначити, що буде йтися передусім про джерела енергії, що є альтернативними до традиційних, про відновлювані, екологічно чисті джерела енергії (на відміну від нафти, газу, вугілля). Розбудова енергетики на їх основі стала нині одним із визначальних трендів технологічної революції. Сьогодні ідея інтелектуальної енергосистеми

(Smart Grid) набула статусу концептуального підґрунтя державного розвитку електроенергетичної галузі майже в усіх країнах світу та визнана ними як державна політика технологічного розвитку. Згідно з висновками аналітиків International Energy Agency (IEA), у 2019 р. мережі стали ще більш децентралізованими та цифрованими. Комунальні підприємства в усьому світі застосовували більш складні технології, включаючи штучний інтелект. Зокрема Європейська Комісія впровадила проєкт «Чиста енергія», який включає низку заходів зі сприяння розвитку розумних технологій. Також упроваджено низку нормативно-правових актів та політичних рамок, які стимулюватимуть оцифрування електричних мереж [4].

Поширення нових ефективних технологій виробництва електроенергії, використання відновлюваних енергетичних ресурсів, децентралізація енергопостачання стали нині визначальними ознаками формування Індустрії 4.0. За даними IEA (2019 р.), більше третини електрики у світі нині надходить із поновлюваних джерел. Об'єкти, робота яких заснована на використанні таких джерел, найбільш активно вводяться в експлуатацію: 72% усіх уведених в експлуатацію джерел енергії були поновлюваними [4].

У всьому світі країни активно реалізують програми з упровадження технологій відновлюваних енергоресурсів. Зокрема, у Німеччині близько 42,1% електроенергії виробляється за рахунок відновлюваних джерел енергії (2019 р.) [5]. У Європі у цілому частка поновлюваних джерел енергії становить 40% від загального обсягу виробництва (2019 р.) [6]. В Уругваї зелена енергетика забезпечує 98% споживання електрики країни, при цьому 21% надлишків у 2019 р. експортовано в Бразилію та Аргентину [7]. Китай, за повідомленням Національної комісії з розвитку і реформ, розвиваючи сонячну і вітрову енергетику, фактично став світовим лідером як за введеними потужностями, так і за темпами розвитку відновлюваних джерел енергії [8].

Прогнози передбачають подальший надзвичайно активний процес розвитку енергетики, заснованої на використанні відновлюваних джерел. До 2030 р. 80% електроенергії ЄС може бути вироблено без використання палива з природних копалин. При цьому на основі відновлюваних джерел енергії (включаючи гідроелектростанції) буде вироблятися 60% електроенергії [6]. Данія, зокрема, до 2030 р. планує повністю перейти на відновлювані джерела енергії та виробляти 100% електроенергії за їх допомогою [9]. За даними The European Technology and Innovation Platform for Photovoltaics (ETIP PV), до 2050 р. частка сонячної енергетики потенційно може становити майже 69% світового енергетичного ринку, а вітряної – 18% [10].

Відповідно до прогнозу IEA, зелена енергетика до 2025 р. може виробляти третину світової електроенергії. У 2020 р. відновлювані джерела електроенергії забезпечили майже 90% усього приросту потужності електроенергії. Також, за прогнозом IEA, до 2025 р. відновлювані джерела енергії можуть стати найбільшим джерелом електроенергії у світі [11].

На межі першої чверті XXI ст., за висновками експертів IEA, виробництво енергії на основі вугілля втратить свою першість [11], а остаточно переломний момент у переході людства до епохи відновлюваних джерел енергії відбудеться в 2035, коли завершиться ера нафти і газу. За висновками консалтингової компанії Wood Mackenzie, до цього часу половина всіх нових електростанцій буде представлена об'єктами або сонячної, або вітрової генерації, або гібридною комбінацією з накопичувачем енергії [12].

Окрім того, зазначену динаміку переходу людства до чистої енергії прискорили події, пов'язані з COVID-19. Як свідчать результати дослідження компанії Deloitte [13], за цих умов економічна активність і, відповідно, попит на енергоресурси істотно знизилися. На тлі спричинених пандемією змін конкуренція на енергетичних ринках зросла та стала активно проявлятися на рівні технологічних переваг.

Однак основною причиною прискорення переходу до епохи поновлюваних джерел енергії слід уважати передусім вплив чинників Індустрії 4.0. За висновками аналітиків Wood Mackenzie, зміни, що проявляють себе у сфері енергетики, є такими: швидке зниження вартості технологій, технічні прориви у сфері зберігання енергії, а також далекоглядність державної політики [11].

Оцінюючи із цих позицій процеси, що відбуваються в енергетичній сфері України, необ-

хідно наголосити, що країна активно долучається до розбудови низьковуглецевої енергетики. До 2035 р. передбачено, що частка виробленої енергії за рахунок відновлюваних джерел становитиме ¼ від загального обсягу виробництва електроенергії (табл. 1).

Фактичні дані підтверджують зазначений прогнозний тренд і навіть констатують випередження. За 10 місяців 2020 р. обсяг електроенергії, виробленої на основі альтернативних джерел енергії, більше на 0,6 млрд кВт/год. порівняно з тим, що прогнозувався на початок 2021 р. (табл. 2).

Оцінюючи позитивно прогрес низьковуглецевої енергетики в Україні, необхідно водночас уточнити, що з 2009 р. розвиток відновлюваних джерел енергії стимулювався державою переважно за допомогою одного регуляторного інструменту – тарифу. Фактично для виробників зеленої енергії державою на десять років був установлений високий тариф. Ці два чинники (рівень тарифу і довгий термін його використання) істотно стимулювали, передусім, прибутковість бізнесу та швидку (4–5 років) окупність інвестицій. Одним із наслідків такої державної політики у сфері електроенергетики стало те, що дотепер в Україні тариф на енергію, отриману з альтернативних джерел, є набагато вищим за середньосвітовий.

Це різко дисонує із загальносвітовим трендом. Нині, за даними International Renewable Energy Agency (IRENA), зазначений вид енергії став найдешевшим у більшості регіонів світу. Світові витрати на всі види чистої енергії істотно знизилися у 2018 р. і продовжують знижуватися. У країнах із великою кількістю сонячних днів (Чилі, Мексика, Перу, Саудівська Аравія, ОАЕ) тарифи на електроенергію досягли найнижчого рівня – 0,03 дол. за кВт/год. [16]. Як один із найвищих український тариф на альтернативну енергію

Таблиця 1

Прогноз виробництва електроенергії України, млрд кВт/год. [14]

Електростанції	2015	2020	2025	2030	2035
Атомні	88	85	91	93	94
Теплові (вугільні)	68	60	64	63	63
Гідроелектростанції	7	10	12	13	13
Вітрові та сонячні	2	9	12	18	29

Таблиця 2

Структура виробництва електроенергії в Україні за 10 місяців 2020 р. [15]

Виробництво електроенергії	2019 р.		2020 р.	
	обсяг, млрд кВт-г	частка, %	обсяг, млрд кВт-г	частка, %
Всього	126,7	100,0	119,8	100,0
ТЕС та ТЕЦ	46,9	37,0	39,3	32,8
ГЕС та ГАЕС	6,6	5,2	6,2	5,2
АЕС	67,0	52,9	63,0	52,6
Альтернативні джерела (ВЕС, СЕС та ін.)	4,6	3,6	9,6	8,0
Блок-станції	1,5	1,2	1,6	1,3

станом на I півріччя 2020 р. оцінювався також у Європі.

Надзвичайно високим його визнають і за порівняння з вартістю інших джерел енергії, виробленої в країні. За даними експертів, собівартість електроенергії в Україні така: атомна електроенергія – 0,69 грн; тепла (вугільна та теплоелектроцентралі) – 1,40 грн; гідроенергетика – 1,00 грн; зелена енергетика – 4,05 грн. [17]. Наведені цифри свідчать про відсутність в Україні мережевого паритету, який передбачає, що нормована вартість електроенергії, отримана в альтернативний спосіб (від сонячних, вітрових та подібних до них електростанцій), повинна бути меншою за вартість електроенергії, яка надходить із традиційних джерел виробництва електроенергії (від вартості продукції гідроелектростанцій, теплових і атомних).

Стан мережевого паритету дуже важливий для ефективності галузі та макроекономічної ефективності країни у цілому. За його наявності стимулююча функція підвищених (порівняно з іншими) зелених тарифів поступається місцем стимулюючій функції ринку, оскільки за цих умов альтернативний продукт, яким є електроенергія отримана від сонця, води, біопалива тощо, здатен ефективно конкурувати з традиційними продуктами цього ринку. Відповідно, пряма державна підтримка, субсидії тощо втрачають свою необхідність.

Зважаючи на це, необхідно підкреслити значущість Закону України № 810-IX «Про внесення змін до деяких законів України щодо вдосконалення умов підтримки виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії» [18], згідно з яким з 1 серпня 2020 р. застосовуються знижені ставки зеленого тарифу. Це має сприяти ринковим процесам у галузі. Хоча водночас доводиться визнавати, що енергетичний ринок, який запрацював в Україні із середини 2019 р., ще надзвичайно далекий від європейської моделі.

Посиленню дії ринкового механізму істотно сприяє використання такої форми організації продажу електроенергії, як аукціони. Необхідно зауважити, що перехід до «зелених» аукціонів є важливою частиною положень згаданого вище Закону, який нещодавно був прийнятий в Україні.

Світова практика підтверджує доцільність переходу від спеціальних тарифів на енергію, отриману з альтернативних джерел, до аукціонів. Наочним є, зокрема, приклад Китаю – одного зі світових лідерів за обсягом інвестицій, уведених технологій і розвитком відновлюваних джерел енергії. Урядом цієї країни (за даними Національної комісії з розвитку і реформ Китаю [8]) прийнято рішення щодо обмеження субсидювання в промисловому сегменті сонячної і вітрової енергетики. Китай подібно до України використовував і продовжує вибірково використовувати дотепер (для певних районів) інструмент зелених тарифів.

Негайного скасування субсидій для всіх нових проєктів вітрової та фотоелектричної енергетики не передбачено, але застосування конкурсних відборів і стимулювання за допомогою сертифікатів є тим необхідним інструментом, за використання якого у галузі буде здійснено поступовий перехід до конкурентних відносин.

Спеціальні (зелені) тарифи є ефективними на стадії започаткування переходу на новий енергетичний режим. Однак що більше поширюється вплив Четвертої промислової революції, то більше змінюється базис; економіка нового часу дедалі набуває ознак усезагальності (глобалізаційності та мережовості). За умов таких трансформацій механізми економічного регулювання, засновані на свободі вибору, стають більш значущими порівняно з механізмами прямого впливу. Декларуючи цей загальний принцип, варто наголосити, що енергетика залишається однією з визначальних сфер глобальної економіки. У цьому контексті видається цілком закономірним те, що застосовувані в енергетиці країн спеціальні (зелені) тарифи, виконавши призначену їм роль первинного поштовху, поступаються вільним торгам.

Унаслідок виникнення конкуренції між виробниками застосування «зелених аукціонів» забезпечує покупку державою електроенергії за найбільш низькими цінами. Наприклад, завдяки таким торгам в Індії вартість сонячної енергії коштує тільки 3,5 американських центів за 1 кВт/год. (2019 р.); ще нижче вартість сонячної енергії в Саудівській Аравії, ОАЕ та Мексиці [19]. Експерти підтверджують, що у світі завдяки таким аукціонам вартість 1 кВт/год., отриманого з альтернативних джерел енергії, становить 2–3 євроценти проти 14–17 євроцентів, за якими вони продавалися в Україні в умовах застосування зелених тарифів [17].

Розвиток відновлюваних джерел енергії слід оцінювати як прогресивний мегатренд сучасності. Формування нових енергетичних систем покоління Індустрії 4.0 та їх зв'язок із провідними сучасними технологіями (передусім із біо- та цифровими), безперечно, визначатиме подальший прогрес людства. Скорочення використання нафти, газу, вугілля відповідає принципам концепції сталого розвитку. З погляду майбутнього прогресу в суспільстві декарбонізація є значущою соціально, екологічно та економічно.

Розвиток відновлювальних джерел енергії, за оцінкою KPMG (глобальної мережі професійних фірм, що надають аудиторські, податкові та консультативні послуги), до 2030 р. здатен забезпечити збереження 4 млн людських життів (через зменшення передчасної смерті від забруднення повітря). Також перехід на альтернативні джерела енергії дасть змогу знизити негативні зовнішні ефекти (екстерналиї) на суму 1–3,2 трлн дол. на рік [20]. Найважливішим є те, що об'єкти з вироб-

ництва відновлюваної енергії не створюють таких високих ризиків, як атомні або теплові електростанції. За даними Eurelectric, у Європі швидко скорочується обсяги електроенергії, за виробництва яких мають місце викиди вуглецю. Уже нині в Європі частка електроенергії, виробленої на основі використання горючих корисних копалин, зменшилася до 1/3 (у 2019 р. вона становила 41%). Цей факт є наочним свідченням того, що відбувається активний процес побудови кліматично нейтральної європейської економіки, який до 2050 р. має дістати завершення [21]. Україна намагається долучитися до цих європейських процесів. На урядовому рівні розглядається перспектива необхідності скорочення кількості вугільних шахт (до 2050 р.), відмови від використання викопного палива (до 2070 р.) та переходу на кліматичну нейтральність [22; 23].

Вектор економічного розвитку, який бере початок від Четвертої технологічної революції та передбачає у тому числі використання відновлюваних джерел енергії, спрямований безпосередньо на забезпечення добробуту суспільства. Якщо світ слідуватиме концепції сталого розвитку, такий економічний ефект у вигляді збільшення ВВП може становити майже 20 трлн дол. США, або 2 500 дол. на кожного жителя Землі [20].

Висновки з проведеного дослідження. Усі сучасні господарські процеси (особливо виробничі) залежать від споживання енергії. Однак економічне зростання істотно стримує можливість експлуатації покладів природних енергетичних ресурсів. Ця проблема є загальносвітовою. Для України, крім того, енергетичні обмеження економічного зростання посилює політична нестабільність (2/3 вугільних шахт перебувають на окупованих територіях). Зважаючи на це, курс України на розвиток відновлюваних електроенергії слід уважати обґрунтованим. Декарбонізація в економіці стимулює ринок електроенергії, формуючи одночасно як попит на електроенергію з відновлюваних джерел, так і пропозицію. Поступове збільшення виробництва цього виду електроенергії веде до встановлення мережевого паритету, вигідного для всіх учасників ринкових відносин: виробників, споживачів і держави. Можливість здешевлення електроенергії є потенціалом прогресивної динаміки української економіки, добробуту населення та ефективності екологічної політики держави.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Schwab K., Davis N. Shaping the Future of the Fourth Industrial Revolution: A guide to building a better world. Penguin, 2018. 288 p.
2. Нейсбит Дж. Мегатренди: десять нових тенденцій, трансформуючих нашу жизнь. Москва : АСТ ; Ермак, 2003. 280 с.
3. Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют

энергетику, экономику и мир в целом. Москва : Альпина нон-фикшн, 2014. 410 с.

4. Tracking Energy Integration 2020. IEA. 2020. URL: <https://www.iea.org/reports/tracking-energy-integration-2020/smart-grids> (дата звернення: 16.12.2020).

5. Photovoltaics Report. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE with support of PSE Projects GmbH. 2020. URL: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf> (дата звернення: 16.12.2020).

6. EU Power Indicators: Where Does The Barometer Point To? Power Barometer 2020. Report. Eurelectric. 2020. URL: <https://cdn.eurelectric.org/media/4005/power-barometer-final-lr-h-3A4C4DC9.pdf>.

7. Зеленая энергетика обеспечила 98% электроэнергетики в Уругвае. *Eenergy.media-new logo*. 2020. URL: <https://eenergy.media/2020/01/13/zelenaya-energetika-obespechila-98-elektroenergii-v-urugvae/> (дата звернення: 16.12.2020).

8. National Development and Reform Commission People's Republic of China. URL: https://www.ndrc.gov.cn/gzdt/201901/t20190109_925400.html (дата звернення: 16.12.2020).

9. Открыта крупнейшая офшорная ветровая электростанция Скандинавии. *GIS-Profi*. 2019. URL: <https://gisprofi.com/gd/documents/otkryta-krupnejshaya-ofshornaya-vetrovaya-elektrostantsiya-skandinavii.html> (дата звернення: 16.12.2020).

10. Возобновляемые источники энергии. *НИУ ВШЭ. Институт энергетике*. URL: <https://energy.hse.ru/Wiie> (дата звернення: 16.12.2020).

11. Renewables 2020. Analysis and forecast to 2025 (2020, November). IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/renewables-2020> (дата звернення: 16.12.2020).

12. Mackenzie W. Thinking global energy transitions: the what, if, how and when. *Report*. 2018. URL: <https://www.woodmac.com/reports/macro-economics-risks-and-global-trends-thinking-global-energy-transitions-the-what-if-how-and-when-23699> (дата звернення: 16.12.2020).

13. Exploring power and utilities industry trends and the impact of COVID-19. Analysis. *Deloitte*. URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/energy-and-resources/articles/power-and-utilities-industry-outlook.html> (дата звернення: 16.12.2020).

14. Відновлювані джерела енергії в Україні (2019). Звіт. *KPMG*. URL: https://home.kpmg/content/dam/kpmg/ua/pdf/2019/09/Renewables-Report_2019-ua.pdf (дата звернення: 16.12.2020).

15. Інформація про роботу електроенергетичного комплексу. Міністерство енергетики України. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245183225 (дата звернення: 16.12.2020).

16. Renewable Power Generation Costs In 2018. *IRENA, Abu Dhabi*. 2019. URL: <https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-in-2018>.

17. Коваленко М. Інвестиція в майбутнє чи збитковість: чому в Україні недооцінюють зелену енергетику. 2020. URL: <https://dyvys.info/2020/06/30/investytsiya-v-majbutnye-chy-zbytkovist-chomu-v-ukrayini-nedootsinyuyut-zelenu-energetyku/> (дата звернення: 16.12.2020).

18. Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення умов підтримки виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії : Закон України. Документ 810-IX. (2020). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/810-20#Text> (дата звернення: 16.12.2020).

19. Цены на солнечную энергию в Индии бьют рекорды. *ЕлектроВести*. 2020. URL: https://elektrovesti.net/70666_tseny-na-solnechnuyu-energiyu-v-indii-byut-rekordy (дата звернення: 16.12.2020).

20. Power Barometer 2020. Eurelectric. 2020. URL: <https://www.eurelectric.org/power-barometer/> (дата звернення: 16.12.2020).

21. The socioeconomic impacts of wind energy in the context of the energy transition. Report. Siemens Gamesa I KPMG. 2019. URL: <https://www.siemensgamesa.com/explore/journal/socioeconomic-report-wind-energy-2019> (дата звернення: 16.12.2020).

22. Україна планує вступити в Безугільний альянс і протягом 50 років відмовитися від викопного виду палива. 2020. URL: <https://ua.korrespondent.net/business/economics/4304128-shmyhal-nazvav-terminy-vidmovy-ukrainy-vid-vuhillia> (дата звернення: 16.12.2020).

23. Самойлик Ю.В., Болдирєва Л.М. Актуальні питання управління енергоефективністю економіки України : колективна монографія. *Соціально-економічний розвиток міст в умовах децентралізації*. Київ : КУ ім. Б. Грінченка, 2020. С. 9–23.

REFERENCES:

1. Schwab K., Davis N. (2018) *Shaping the Future of the Fourth Industrial Revolution: A guide to building a better world*: Penguin.

2. Naisbitt, J. (2003) *Megatrendy: desyat novykh tendencij, transformiruyushchikh nashu zhizn* [Megatrends: Ten New Directions Transforming Our Lives]. Moscow: AST; Ermak. (in Russian)

3. Rifkin J. (2014) *Tretia promyshlennaia revoliutsiia. Kak horizontalnyie vzaimodeistviia meniaut enerhetiku, ehkonomiku i mir v tselom* [The third industrial revolution. How horizontal interactions change the energetics, economy and world at large]. Moscow: Alpina Publisher. (in Russian)

4. Tracking Energy Integration 2020 (2020). IEA. Available at: <https://www.iea.org/reports/tracking-energy-integration-2020/smart-grids> (accessed 16 December 2020).

5. Photovoltaics Report (2020). Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE with support of PSE Projects GmbH. Available at: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf> (accessed 16 December 2020).

6. EU Power Indicators: Where Does The Barometer Point To? (2020). Power Barometer 2020. *Report*. Eurelectric. Available at: <https://cdn.eurelectric.org/media/4005/power-barometer-final-lr-h-3A4C4DC9.pdf> (accessed 16 December 2020).

7. Zelenaya enerhetika obespechila 98% ehlektroenerhii v Urugvae [Green energy provided 98% of electricity in Uruguay] (2020). *Eenergy.media-new*

logo. Available at: <https://eenergy.media/2020/01/13/zelenaya-energetika-obespechila-98-elektroenerhii-v-urugvae/> (accessed 16 December 2020).

8. National Development and Reform Commission People's Republic of China. Available at: https://www.ndrc.gov.cn/gzdt/201901/t20190109_925400.html (accessed 16 December 2020).

9. Otkryta krupnejshaya ofshornaya vetrovaya ehlektrostanciya Skandinavii [Scandinavia's largest offshore wind farm opened]. (2019). *GIS-Profi*. Available at: <https://gisprofi.com/gd/documents/otkryta-krupnejshaya-ofshornaya-vetrovaya-elektrostantsiya-skandinavii.html> (accessed 16 December 2020).

10. Vozobnovlyaemye istochniki ehnergii [Renewable energy sources]. *NIU VSHEH. Institut ehnergetiki*. Available at: <https://energy.hse.ru/Wiie> (accessed 16 December 2020).

11. Renewables 2020. Analysis and forecast to 2025 (2020). IEA Available at: <https://www.iea.org/reports/renewables-2020> (accessed 16 December 2020).

12. Mackenzie W. (2018) *Thinking global energy transitions: the what, if, how and when*. Report. Available at: <https://www.woodmac.com/reports/macro-economics-risks-and-global-trends-thinking-global-energy-transitions-the-what-if-how-and-when-23699> (accessed 16 December 2020).

13. Exploring power and utilities industry trends and the impact of COVID-19. Analysis. *Deloitte*. Available at: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/energy-and-resources/articles/power-and-utilities-industry-outlook.html> (accessed 16 December 2020).

14. Vidnovliuvani dzherela enerhii v Ukraini (2019) [Renewable energy sources in Ukraine]. *Zvit.KPMG*. Available at: https://home.kpmg/content/dam/kpmg/ua/pdf/2019/09/Renewables-Report_2019-ua.pdf (accessed 16 December 2020).

15. *Informatsiia pro robotu elektroenerhetychnoho kompleksu. Ministerstvo enerhetyky Ukrainy* [Information on the operation of the power complex]. Available at: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245183225 (accessed 16 December 2020).

16. Renewable Power Generation Costs In 2018. (2019) *IRENA, Abu Dhabi*. Available at: <https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-2018> (accessed 16 December 2020).

17. Kovalenko M. (2020, červen 6) *Investytsiia v maibutnie chy zbytkovist: chomu v Ukraini nedootsiniuiut zelenu enerhetyku* [Investing in the future or unprofitably: why green energy is underestimated in Ukraine]. Available at: <https://dyvys.info/2020/06/30/investytsiia-v-majbutnye-chy-zbytkovist-chomu-v-ukrayini-nedootsinyuyut-zelenu-energetyku/> (accessed 16 December 2020).

18. Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo udoskonalennia umov pidtrymky vyrobnytstva elektrychnoi enerhii z alternatyvnykh dzherel enerhii [About modification of some laws of Ukraine concerning improvement of conditions of support of production of electric energy from alternative energy sources]. *Zakon Ukrainy. Dokument 810-IX*. (2020). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/810-20#Text> (accessed 16 December 2020).

19. *Ceny na solnechnuyu ehnergiyu v Indii b'yt rekordy. EhlektroVesti (2020 apre' 23)* [Solar energy prices hit records in India]. Available at: https://elektrovesti.net/70666_tseny-na-solnechnuyu-energiyu-v-indii-byut-rekordy (accessed: 16 December 2020).

20. Power Barometer 2020 (2020). Eurelectric. Available at: <https://www.eurelectric.org/power-barometer/> (accessed 16 December 2020).

21. The socioeconomic impacts of wind energy in the context of the energy transition (2019). *Report. Siemens Gamesa I KPMG*. Available at: <https://www.siemensgamesa.com/explore/journal/socioeconomic-report-wind-energy-2019> (accessed 16 December 2020).

22. Ukraina planuie vstupyty v Bezvuhilnyi alians i protiahom 50 rokiv vidmovytsia vid vykopnoho vydu palyva [Ukraine plans to join the Coal-Free Alliance and abandon fossil fuels within 50 years]. (2020). *Korrespondent.net*. Available at: <https://ua.korrespondent.net/business/economics/shmyhal-nazvav-termyny-vidmovy-ukrainy-vid-vuhillia> (accessed 16 December 2020).

23. Samoylyk Y.V., Boldyreva L.M. (2020) Aktualni pytannia upravlinnia enerhoefektyvnistiu ekonomiky Ukrainy [Current issues of energy efficiency management of Ukraine economy]. *Socio-economic development of cities in the context of decentralization*. Kyiv: KU them. B. Grinchenko. (in Ukrainian)